

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛИСТОВОЙ СТАЛИ 08ПС

студ. Житник Н.А.

Руководители – д.т.н., проф. Куцова В.З., Котова Т.В.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

root@lks.dp.ua

Листовой прокат толщиной менее 2 мм из низкоуглеродистых сталей является важнейшим конструкционным материалом в автомобильной промышленности и других ведущих отраслях машиностроения. Поэтому проблемы его производства и качества стоят перед изготовителями и потребителями [1]. В связи с этим в последние годы возросла потребность в горячекатаном тонколистовом прокате, происходит увеличение объема производства стального листа толщиной меньше 2 мм. Выпуск горячекатаной особотонкой листовой продукции планируется вести на уровне требований, предъявляемых к качеству холоднокатаного листа. Даже частичное использование потребителем горячекатаного листового проката взамен холоднокатаного той же толщины дает значительный экономический эффект за счет снижения затрат на дополнительные переделы (холодная прокатка, отжиг и др.).

Существенным недостатком при прокатке особотонких полос на непрерывных широкополосных станах является невозможность соблюдения оптимальных температурных режимов окончания горячей прокатки (обжатие в интервале критических температур $A_{r3} - A_{r1}$ приводит к образованию разнотонкой структуры, не отвечающей требованиям ГОСТ 16523) [2]. Крупное зерно и разнотонность может привести к неравномерной деформации металла при вытягивании и стать причиной образования разрывов. Равномерная структура необходима также в горячекатаных полосах, которые могут быть рентабельным подкатом для станов холодной прокатки и уменьшит себестоимость холоднокатаного листа. Однако, замена возможна только в том случае, когда горячекатаный прокат имеет удовлетворительную микроструктуру и необходимый уровень механических свойств. Смешанная структура с крупными зернами феррита в поверхностных слоях полосы, которая неравномерно деформируется на станах холодной прокатки со степенью обжатия 70–80%, может вызвать поперечные трещины по боковым кромкам полосы [3]. Механические свойства и структура горячекатаной полосы передаются и холоднокатаному листу. Холодной прокаткой не устраняется крупнозернистость, полученная при горячей прокатке; при неравномерных зернах в горячекатаной полосе аналогичные зерна образуются и в холоднокатаных листах. Подкат со структурой, состоящей из неравномерных по величине или мелких зерен, плохо деформируется, происходят разрывы полос [4].

Поверхностная разнотонность может быть связана с неодинаковым химическим составом по сечению полосы, а ферритная прокатка при

температуре ниже точки A_1 в области однофазной ферритной структуры металла обеспечит получение равномерной структуры особотонких полос [3, 5]. Однако, данных о влиянии ферритной прокатки на микроструктуру и механические свойства низкоуглеродистых сталей недостаточно, нет полного представления о ее влиянии на качество металла, поэтому актуальными являются исследования особенностей формирования микроструктуры и механических свойств особотонкой листовой низкоуглеродистой стали при низких температурах окончания прокатки.

Целью данных исследований является изучение распределения элементов в структуре низкоуглеродистой стали 08пс, окончание прокатки которой происходило в области температур ферритной структуры, и его влияние на формирование структуры и свойства металла.

Для исследования были отобраны карточки низкоуглеродистой стали 08пс толщиной 2,07 мм следующего химического состава в масс. %: 0,08 С; 0,3 Мн; 0,01 Si; 0,03 S; 0,023 Р; 0,04 Cr; 0,03 Ni; 0,03 Cu; 0,02 Al. Экспериментальные исследования температурных условий прокатки осуществляли на лабораторном прокатном стане по режиму с нагревом до 600° С и до 1000° С. Прокатку образцов проводили за 1 и 2 прохода с последующим охлаждением на воздухе (табл. 1).

Таблица 1

Механические свойства образцов стали 08пс

Температурно-деформационные режимы прокатки	σ_B , МПа	σ_0 , МПа	HRB	Микротвердость, МПа	
				поверхностная зона	центральная зона
$T_{\text{нагр}} = 600^\circ\text{C}$ $T_{1\text{пр}} = 600^\circ\text{C}$ $\sum \varepsilon = 7,2\%$ $h_1 = 1,92 \text{ мм}$	460	410	77	1226	1129
$T_{\text{нагр}} = 1000^\circ\text{C}$ $T_{1\text{пр}} = 750^\circ\text{C}$ $T_{2\text{пр}} = 600^\circ\text{C}$ $\sum \varepsilon = 16,4\%$ $h_2 = 1,73 \text{ мм}$	450	375	85	1070	1337

В табл. 1 представлены: $T_{\text{нагр}}$ - температура нагрева листовой стали; $T_{1\text{пр}}$ - температура прокатки листовой стали в первом проходе; $T_{2\text{пр}}$ - температура прокатки листовой стали во втором проходе; $\sum \varepsilon$ – суммарная степень деформации металла; h_1 - толщина образца после одного прохода; h_2 – толщина образца после двух проходов.

Качественный анализ распределения элементов в структуре низкоуглеродистой стали 08пс проводили с помощью электронного микроскопа JSM «JEOL» 7000F с системой рентгеновского микроанализа при увеличении 200 крат. Исследования проводили в режиме вторичных электронов (SEI). Напряжение $U = 20\text{кВ}$. Время анализа составляло $t = 60 \text{ сек}$. Диаметр пучка составлял 1...1,5 мкм. В качестве эталонов были выбраны

чистые образцы по Fe, Mn, Ti, Cr (чистота составляла 99,99%). Для Si в качестве эталона выбрано соединение SiO_2 , для Al – Al_2O_3 , для S – FeS_2 , для P – GaP , для Ca – CaP_2 .

Прокатка за один проход при температуре ниже точки A_{r1} в области однофазной ферритной структуры металла обеспечила получение равномерной структуры по всему сечению полосы. Образец, обработанный по режиму деформационно-термической обработки с нагревом до 1000°C и прокаткой за два прохода, отличается разнотекучестью по всему сечению полосы.

Более высокие значения предела прочности и текучести наблюдаются при прокатке в области температур ферритного состояния. Значения микротвердости в поверхностной зоне образцов стали 08пс при обработке по данному режиму выше значений, полученных в центральных участках полосы. Значения микротвердости, полученные в поверхностном крупнозернистом слое образца, прокатанного за два прохода, ниже значений, полученных в центре полос с мелкозернистой структурой (табл. 1).

Поверхностная разнотекучесть в структуре образца, начало прокатки которого проводили в двухфазной, а окончание – в однофазной ферритной области температур, не связана с равномерностью распределения химических элементов по сечению полосы: распределение элементов в образце относительно равномерное в отличие от образца стали 08пс с равномерной структурой, прокатанного в один проход в области температур ферритного состояния.

Список литературы

1. Структура и свойства автолистовой стали. / В.Л. Пилюшенко, А.И. Яценко, А.Д. Белянский и др. – М.: Металлургия, 1996. – 164 с.
2. Литвиненко Д.А. Холоднокатаная нестареющая сталь./ Литвиненко Д.А. // – М.: Металлургия, –1968. – 168 с.
3. Дедек Вл. Полосовая сталь для глубокой вытяжки // М.: Металлургия, - 1970.-208 с.
4. Прокатка автолистовой стали / [Ксензук Ф.А., Трощенко Н.А., Чекмарев А.П., Сафьян М.М.]. –М.: Металлургия, 1969. – 296 с.
5. Губенко С.И. Деформация металлических материалов / С.И. Губенко, Парусов В.В. – Д.: Арт-пресс, 2006. – 316 с.